

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИДЕТЕКТОРНОЙ СПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

Муслимов Р.Ш., Абрамова Н.Н., Покатилов А.А.

ФГУ «Федеральный научный центр трансплантологии и искусственных органов им. академика В.И. Шумакова» МЗ РФ, Москва

Цель исследования – показать возможности и области применения методики 64-срезовой мультidetекторной спиральной компьютерной томографии (МСКТ) коронарных артерий в повседневной работе трансплантологической клиники, оценить чувствительность методики. МСКТ коронарных артерий была выполнена 283 пациентам (190 мужчин и 93 женщины; средний возраст – 55,6 года). У 37 больных из этой группы МСКТ была проведена в предоперационном периоде. Инвазивная коронарография, выполненная в нашем центре у 45 больных, показала высокую чувствительность МСКТ.

Ключевые слова: коронарная ангиография, мультidetекторная спиральная компьютерная томография (МСКТ), 64-срезовая КТ.

EXPERIENCE OF USE MULTIDETECTOR-ROW COMPUTED TOMOGRAPHY TO EVALUATE THE STATUS OF CORONARY ARTERIES

Muslimov R.S., Abramova N.N., Pokatilov A.A.

Academician V.I. Shumakov Federal Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow

The aim of this article was to show possibilities, range of application and the diagnostic sensitivity 64-slice computed tomography (CT) of coronary artery in daily work of transplantology clinic. CT coronary angiography was performed in 283 patients (190 men and 93 women; mean age 55,6 years). In 37 patients of this group CT coronary angiography was performed before any type of operation. Invasive coronary angiography performed in 45 patients after CT, has shown high diagnostic sensitivity of this technique.

Key words: coronary angiography, multidetector-row computed tomography (MDCT), 64-slice CT.

ВВЕДЕНИЕ

Ишемическая болезнь сердца и ее осложнения представляют собой одну из важнейших причин заболеваемости и смертности населения. Своевременная диагностика атеросклеротического поражения коронарных артерий, а также выявление групп пациентов повышенного риска позволяет улучшить прогноз их заболевания. Прогресс компьютерной томографии за последние десятилетия значительно расширил сферы применения данного метода, позволив использовать его для исследований сердечно-сосудистой системы, в том числе коро-

нарных артерий. Современные мультidetекторные КТ-сканеры характеризуются большой скоростью сбора информации, высоким временным и пространственным разрешением.

Простота выполнения, короткое время исследования и малая инвазивность методики позволяют широко применять МСКТ для первичной оценки состояния коронарных артерий (в виде скрининга ИБС), а также в оценке результатов оперативных вмешательств аортокоронарного шунтирования либо баллонной ангиопластики со стентированием. Кроме того, в трансплантологической практике воз-

Статья поступила в редакцию 17.12.09 г.

Контакты: Муслимов Рустам Шахисмаилович, н. с. отд. магнитно-резонансной и рентгеновской компьютерной томографии.
Тел. 8-926-267-90-27, e-mail: transfer33@rambler.ru

никает необходимость в быстрой и качественной оценке состояния коронарных артерий у пациентов перед трансплантацией органов, а также у потенциальных доноров. В данной ситуации наиболее предпочтительными становятся достоверные и малоинвазивные методики получения изображений коронарных артерий, такие как мультidetекторная спиральная компьютерная томография (МСКТ).

Цель исследования: показать возможности и области применения мультidetекторной спиральной компьютерной томографии (МСКТ) коронарных артерий в повседневной работе лечебно-диагностического учреждения, а также провести оценку чувствительности указанной методики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В отделении магнитно-резонансной и рентгеновской спиральной компьютерной томографии ФНЦТИО было выполнено 283 МСКТ-исследования сердца и коронарных артерий. Мужчин в исследованной группе было 190 (67%), женщин – 93 (33%), возраст пациентов от 22 до 82 лет (в среднем 55,6 года).

Из общего количества пациентов, которым выполнялась МСКТ коронарных артерий, можно выделить несколько групп (табл. 1). В первую группу вошли 170 пациентов в возрасте от 26 до 82 лет с болевым синдромом неясной этиологии в грудной клетке, у которых предварительные методы исследований (ЭКГ, ЭХОКГ, суточное холтеровское мониторирование) не дали убедительных данных за наличие ишемической болезни сердца. Сюда же были включены пациенты с факторами риска ИБС.

Вторая группа из 76 человек (возраст от 46 до 75 лет) состояла из больных с установленным диагнозом ИБС, которым были выполнены вмешательства по реваскуляризации миокарда – ангиопластика и стентирование (49 больных) – либо аортокоронарное шунтирование (27 больных).

В следующую, третью группу вошли больные в возрасте от 45 до 62 лет, которым МСКТ коронарных артерий была выполнена в виде альтернативы селективной коронарографии (37 больных). К данной категории пациентов были отнесены больные с приобретенными пороками сердца без признаков декомпенсации кровообращения, у которых не имелось анамнестических и инструментальных данных, свидетельствующих об ИБС. Их количество составило 13. Сюда же были отнесены потенциальные родственные доноры почки или фрагмента печени – 11 пациентов. Всем пациентам данной группы проводились предварительные стандартные методы исследований. В эту же группу были включены 13 больных с аневризмами грудной аорты (в т. ч. с расслоением) на дооперационном этапе

Таблица 1

Группы пациентов, которым выполнялась МСКТ коронарных артерий

I	Пациенты с болями в грудной клетке	170
II	После АКШ, маммарокоронарного анастомозирования	27
	После ангиопластики и стентирования	49
III	Пациенты с пороками сердца перед операциями	13
	Больные с аневризмой аорты, расслоением	11
	Родственные доноры печени	4
	Родственные доноры почки	7
	Перед резекцией печени по поводу новообразования	2

и после выполненных сосудистых реконструкций. У двух пациентов МСКТ коронарных артерий проведена перед резекцией печени по поводу новообразований.

Исследования выполнялись на приборе Somatom «Sensation-64» фирмы Siemens с максимальным временем оборота трубки 0,37 с.

Все протоколы МСКТ выполнялись с кардиосинхронизацией, при которой данные исследования собирались в процессе непрерывного спирального сканирования с одновременной записью ЭКГ пациента. Наиболее оптимальным интервалом реконструкции являлась диастолическая фаза с минимальным движением миокарда (глубокая диастола), что соответствовало периоду от 55 до 70% сердечного цикла. В некоторых случаях применима также и фаза ранней систолы в период изометрического сокращения сердца (25–30%). Известно, что продолжительность диастолы напрямую зависит от числа сердечных сокращений, и опыт показывает, что изображения, практически свободные от двигательных артефактов, можно получать при правильном ритме сердца не выше 80 уд. в мин. Пациентам с тахикардией рекомендуется медикаментозная подготовка в виде приема небольших доз бета-блокаторов (при отсутствии противопоказаний) накануне или непосредственно перед исследованием.

При наличии единичных экстрасистол либо аритмичных сокращений сердца на ЭКГ имеется возможность выполнения реконструкции с исключением указанного сокращения либо их коррекция путем смещения в необходимую позицию.

Другим обязательным условием исследования сердца и коронарных артерий является адекватное контрастное усиление. Для этого наиболее предпочтительны агенты с высоким содержанием йода, в нашем случае это неионные препараты с концентрацией 350–370 мг йода/мл. Особого внимания требует правильный подбор таких параметров, как время введения болюса, геометрия болюса, его скорость

и объем. Для определения временных параметров задержки сканирования разработаны оптимизированные методики отслеживания болюса – TestBolus либо Bolus-Track. В табл. 2 приведен стандартный протокол контрастирования, параметры которого могут варьировать в зависимости от клинической ситуации. Болюс с последующим введением солевого раствора также положительно влияет на качество контрастирования камер сердца и коронарных артерий. Кроме того, согласно последним данным, гидратация организма после введения контрастного препарата позволяет избежать либо свести к минимуму нежелательные побочные эффекты, в первую очередь нефропатии.

При исследовании первичных пациентов рутинно выполнялось нативное исследование сердца – Ca Scoring – с целью количественного подсчета коронарного кальция с дальнейшей интерпретацией, согласно рекомендациям клиники Mayo [3, 13, 14].

Следующим этапом проводилось исследование с внутривенным введением контрастного препарата. Для этого в кубитальную вену (желательно справа) устанавливался пластиковый катетер диаметром не менее 18 G. Непосредственно перед сканированием

Таблица 2

Протокол контрастного усиления при выполнении КТ сердца и коронарных артерий

Bolus-Track	
Объем контраста	80–100 мл
Скорость введения	4,5–5 мл/с
Порог триггера (на восходящей аорте)	120 ед. HU
Время оптимального контрастирования	15–20 с

большинству пациентов давались препараты группы нитратов (нитроглицерин, изокет). Рутинное применение небольших доз нитратов позволяло избежать ложноположительных результатов, связанных с локальным спазмом коронарной артерии.

Для оценки состояния коронарных артерий обычно использовались реконструкции срезов толщиной 0,75 мм с последующим анализом на карте задач 3D. Выполнялись многоплоскостные реконструкции (MPR) по ходу всех коронарных артерий и основных их ветвей, а также MIP-проекции (максимальной интенсивности) и объемная трехмерная визуализация (VRT) (рис. 1).

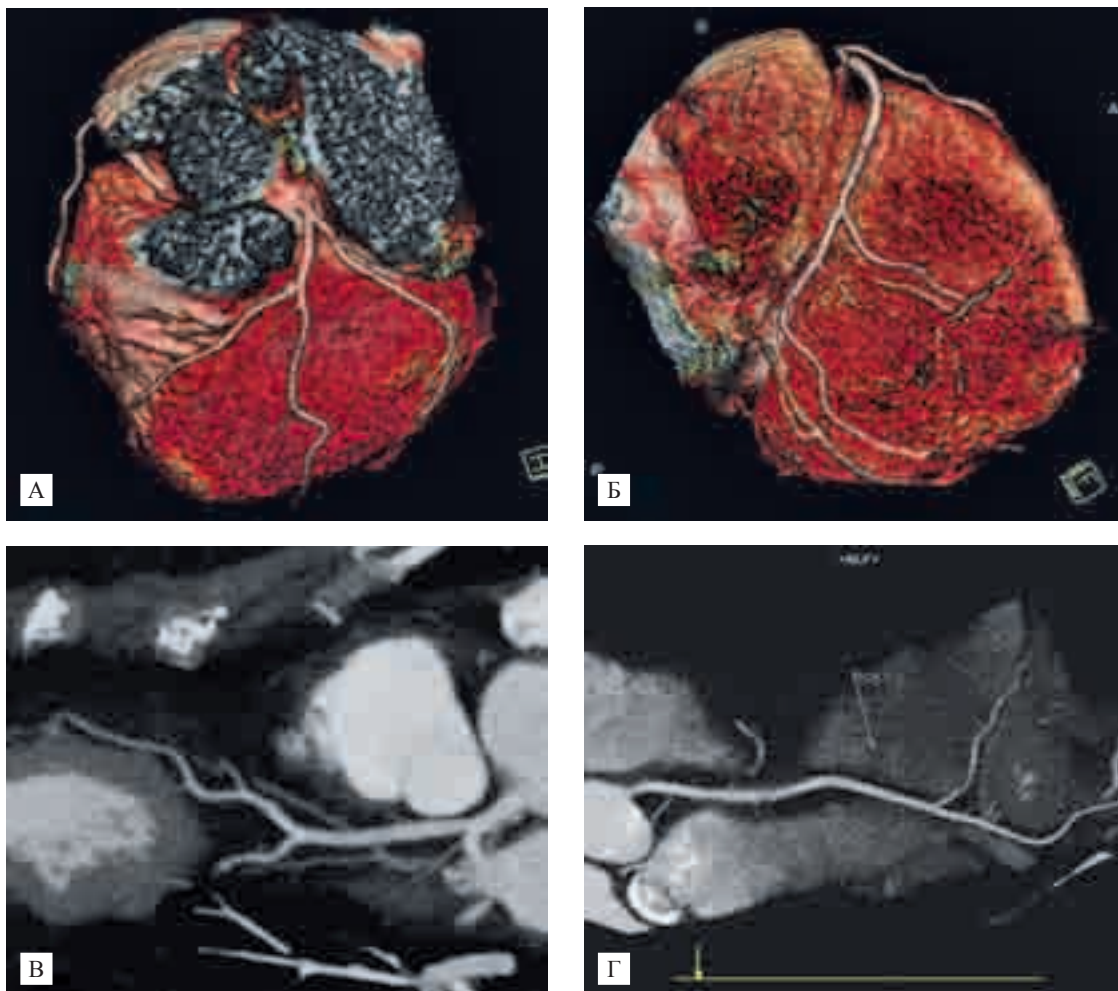


Рис. 1. Коронарные артерии в норме. А, Б – 3D-реконструкции (VRT); В, Г – проекции максимальной интенсивности (MIP) левой нисходящей и правой коронарной артерий

РЕЗУЛЬТАТЫ

Гемодинамически значимые стенозы коронарных артерий по данным МСКТ среди пациентов I группы были выявлены в 60 случаях (35%). Значимым считалось сужение просвета артерии более 50%, всем этим больным было рекомендовано выполнение селективной коронароангиографии (КГ). В 9 случаях были выявлены умеренные стенотические изменения коронарных артерий, то есть процент стеноза был менее 50% и имелся достаточный остаточный просвет. Пациентам с умеренными стенозами в сочетании с коронарокальцинозом и малым диаметром коронарных артерий обычно также рекомендовалось выполнение селективной КГ.

Селективная коронарография была выполнена в нашем центре 29 пациентам из первой группы. При сопоставлении результатов КГ и МСКТ у данных больных выяснилось, что чувствительность методики МСКТ достигает 97% при условии, когда получены оптимальные изображения, лишенные артефактов движения или грубого кальциноза.

В то же время на КГ не отмечено ни одного случая обнаружения значимого стеноза среди больных,

у которых результаты МСКТ свидетельствовали об интактных коронарных артериях.

В качестве примера на рис. 2 представлено МСКТ-исследование больной К. 63 лет с множественным, выраженным (вплоть до окклюзии) поражением коронарных артерий. Следует отметить, что у больной не было типичной клинической картины стенокардии, а другие рутинные виды исследований не позволяли достоверно подтвердить ишемию миокарда. Последующая коронарография подтвердила описанное множественное стенотическое поражение, и затем больной была выполнена операция – аортокоронарное шунтирование. У четырех исследуемых из первой группы было выявлено атипичное отхождение какой-либо из коронарных артерий (рис. 3).

Рестенозы и окклюзии стентов среди 49 больных второй группы по данным МСКТ были выявлены в 8 случаях. Окклюзии стентов на КГ были подтверждены у трех больных. В пяти других случаях были выявлены рестенозы стентированных сегментов различной степени. У двух пациентов выявлены ре-

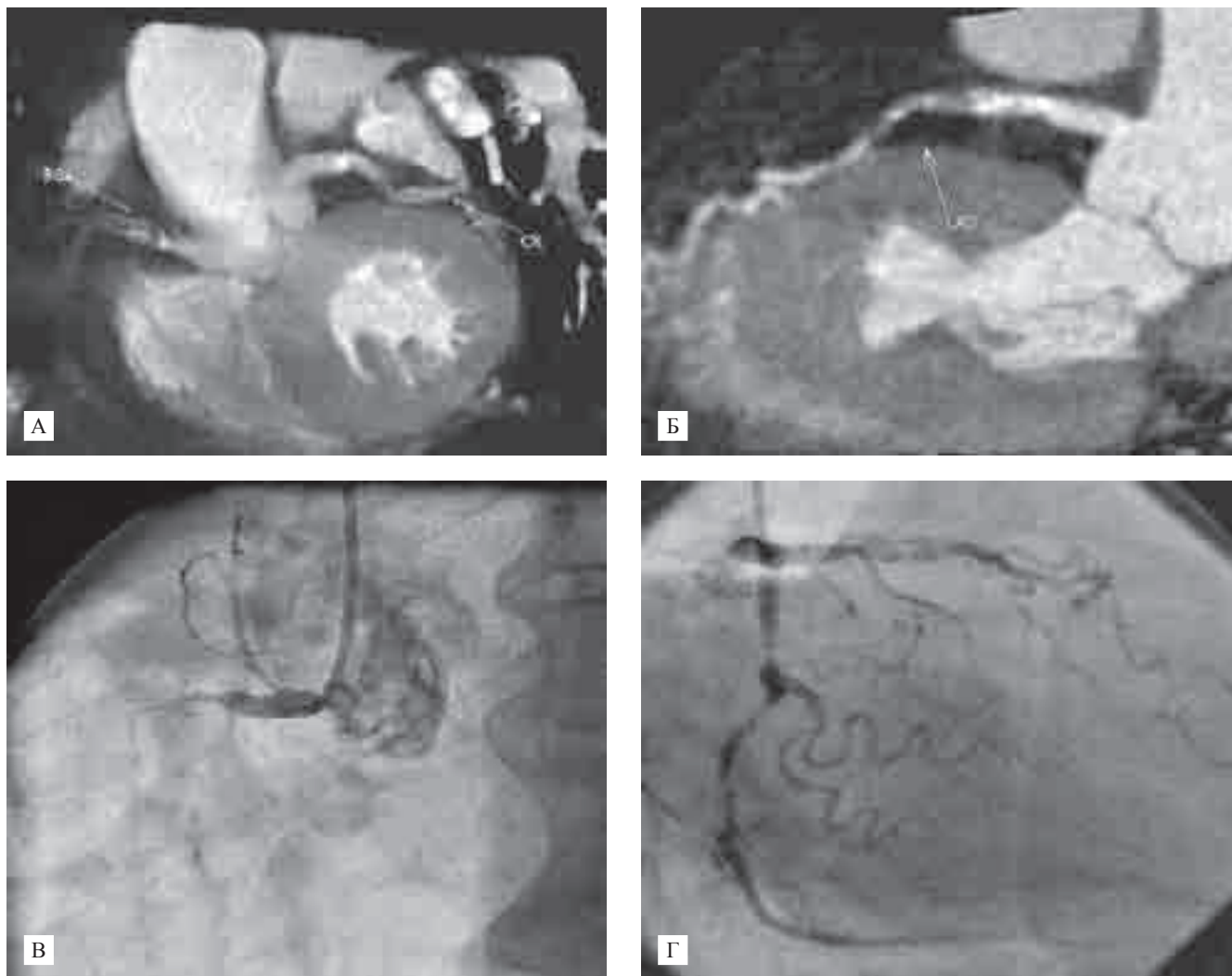


Рис. 2. МСКТ и КГ больной К. 63 лет. Множественное окклюзирующее поражение коронарных артерий по данным МСКТ (А, Б) и селективной коронарографии (В, Г)

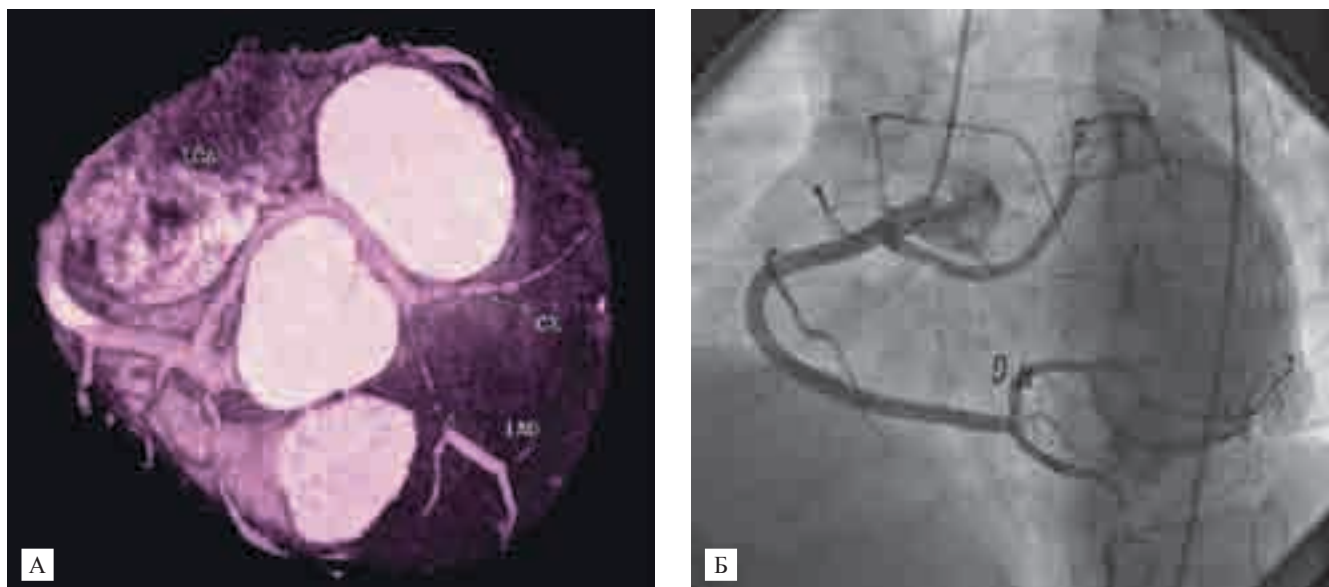


Рис. 3. Аномальное отхождение левой коронарной артерии с наличием протяженного стеноза в среднем сегменте (А – МСКТ, Б – селективная коронарография)

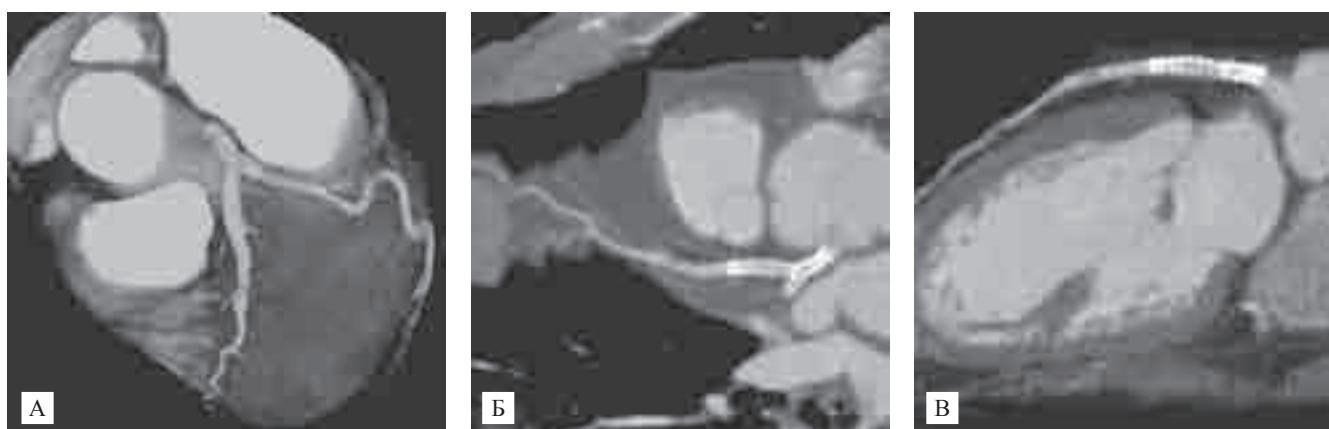


Рис. 4. МСКТ сердца после стентирования ствола ЛКА и проксимальных отделов передней нисходящей и огибающей артерии. Признаков рестеноза стентов не выявлено. (А – VRT, Б, В – MPR)

стенозы стентов на КГ, которые не были обнаружены по данным МСКТ.

Из пациентов этой группы в отдельную подгруппу можно выделить 18 пациентов со стентированием ствола левой коронарной артерии. В сроки от 8 до 28 месяцев после стентирования ствола ЛКА этим больным была выполнена МСКТ, позволявшая достаточно четко визуализировать просвет стентов в стволе ЛКА, а также его ветвей (рис. 4). Признаков рестенозов выявлено не было, что совпало с результатами нагрузочных тестов, результатами ангиографии и клиническим состоянием пациентов. В одном случае возврата стенокардии при МСКТ было выявлено *de novo* атеросклеротическое поражение ветвей ЛКА, подтвержденное на коронарографии [2].

Дисфункции одного или нескольких аортокоронарных шунтов были обнаружены при МСКТ у 13 больных. Селективная коронарошунтография, выполненная этим лицам, полностью подтвердила указанные изменения (рис. 5).

Стенотическое поражение коронарных артерий среди пациентов III группы по данным МСКТ было выявлено в четырех случаях. Коронарография, выполненная всем этим пациентам, подтвердила наличие гемодинамически значимого стенозирования в трех случаях. В одном случае – у больного с расслаивающей аневризмой аорты I типа с массивным кальцинозом коронарных артерий – значимых стенозов на КГ обнаружено не было.

ОБСУЖДЕНИЕ

Начиная с 90-х годов прошлого столетия, проведено большое количество исследований, посвященных анализу информативности методики мультидетекторной компьютерной томографии коронарных артерий. На сегодняшний день в литературе приводятся данные о высокой чувствительности и специфичности МСКТ в диагностике стенотического поражения коронарных артерий [1, 3–5, 7, 15, 16].

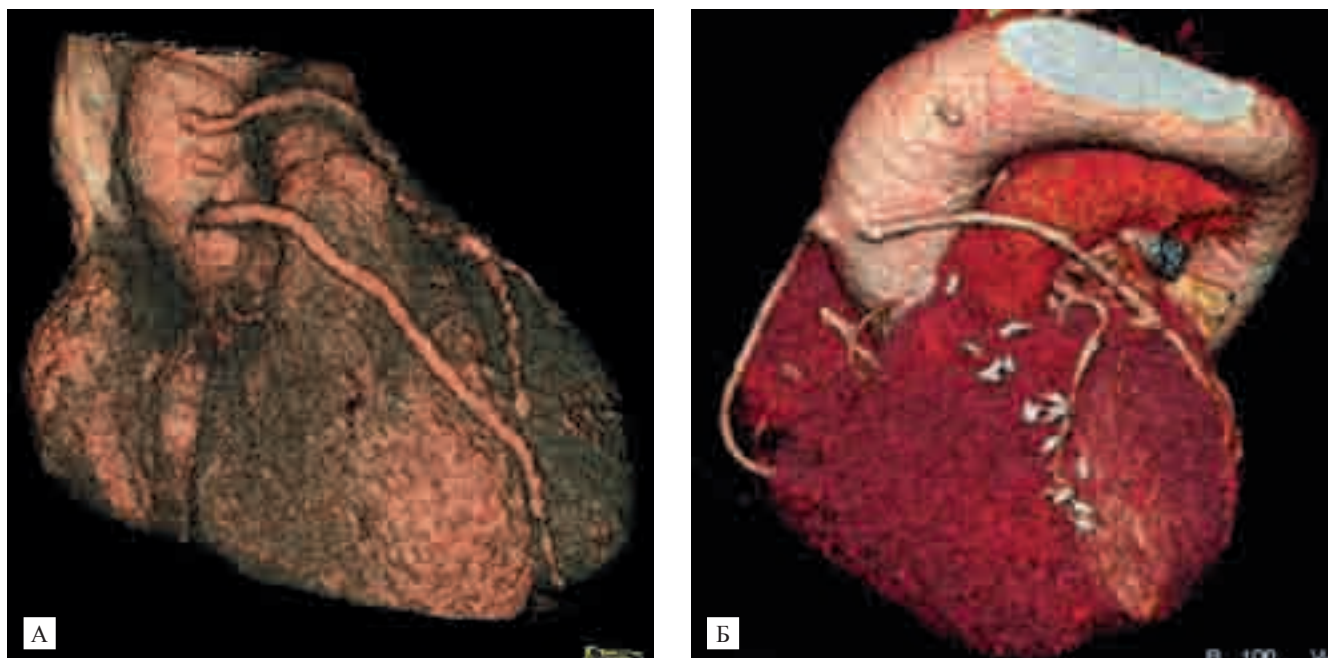


Рис. 5. МСКТ, VRT. А – тромбоз аутовенозного шунта к диагональной ветви ЛКА. Б – окклюзия маммарного анастомоза с ПМЖВ

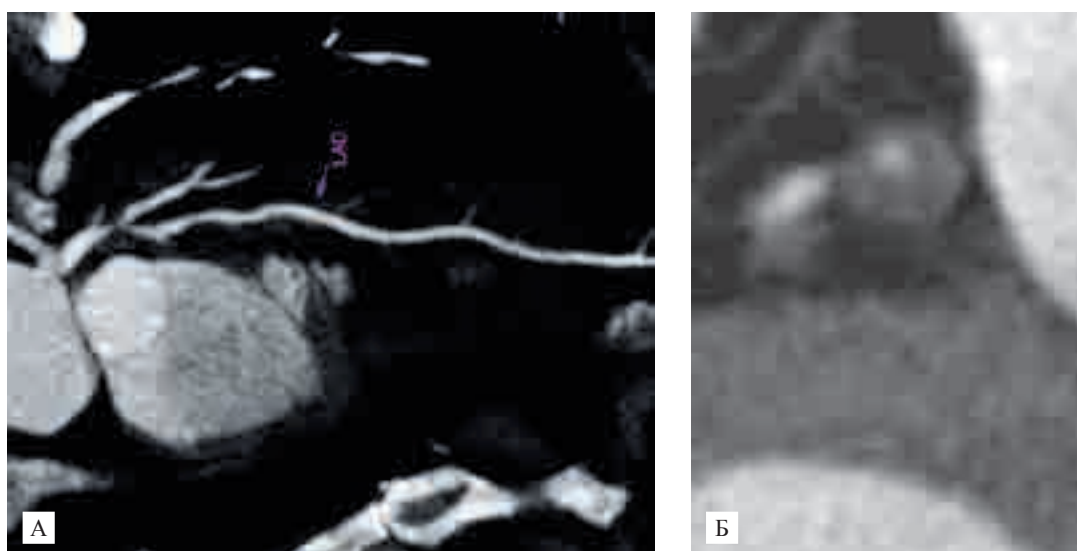


Рис. 6. Продольное (А) и поперечное (Б) сечения коронарных артерий в местах стенозирования. Хорошо дифференцируется «мягкая» атеросклеротическая бляшка, ее локализация, степень и тип стеноза

Очевидно, что с техническим совершенствованием КТ-сканеров возросла диагностическая ценность данной методики [11]. И вероятнее всего, эволюция МСКТ, которую мы наблюдаем и сегодня, будет продолжаться.

Анализ результатов МСКТ коронарных артерий у 283 больных показывает возможности и высокую информативность указанной методики. Правильное выполнение и интерпретация результатов позволяют с высокой степенью точности определить локализацию, распространенность и степень стенотического поражения коронарных артерий. Благодаря высокому тканевому разрешению стало возможным дифференцировать состав бляшки, т. е. различать

«мягкую» и кальцинированную ее составляющие, протяженность, а также тип сужения (эксцентричный, циркулярный) (рис. 6).

Новейшие технологии в КТ-системах способны обеспечивать изотропное разрешение до 0,4 мм и выше. В то же время визуализация и интерпретация состояния сосудов в значительной степени зависит от их калибра. Трудности могут возникать при оценке сосудов либо коронарных стентов, диаметр которых меньше 3,0 мм. Определенные трудности в оценке степени сужения сосуда возникают также при выраженном кальцинозе стенок коронарных артерий [7, 14, 16]. Нередко в таких случаях селективная коронарография является единственной альтернативой.

Обследование пациентов с ранее имплантированными коронарными стентами также является одним из многообещающих достижений компьютерной томографии. Неинвазивность методики, быстрота выполнения и достаточная высокая информативность делают МСКТ хорошим инструментом для контроля состояния стентов и других сегментов коронарных артерий [2, 3, 10]. В то же время артефакты от металла, из которого состоит стент (особенно при повторных стентированиях), малый диаметр исследуемых сегментов артерий (менее 3,0 мм) и особенности расположения стентов могут ухудшить качество визуализации, а порой быть причиной малой информативности исследований.

Высокоинформативным является использование МСКТ при обследовании пациентов после аортокоронарного шунтирования. Небольшая амплитуда движения коронарных шунтов позволяет получать изображения с минимальными двигательными артефактами. Помимо исследования состояния шунтов у данных пациентов возможна также оценка собственных коронарных артерий. Анализ результатов МСКТ в данной группе показал чувствительность методики, близкую к 100%, что сопоставимо с данными современных литературных публикаций [1, 4–6, 10].

Исходя из вышеописанных возможностей и результатов можно говорить о высокой клинической значимости и эффективности МСКТ коронарных артерий для скрининга ИБС и контроля проведенного лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мин Д.К., Кох Р., Анпельбаум Д. и др. Мультидетекторная компьютерная томография в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний // Международный журнал интервенционной кардиоангиологии. 2005. № 8. С. 39–46.
2. Покатилов А.А. Оптимизация стентирования ствола левой коронарной артерии: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2009. 20 с.
3. Терновой С.К., Сеницын В.Е., Гагарина Н.В. Неинвазивная диагностика атеросклероза и кальциноза коронарных артерий. М.: Атмосфера, 2003. 141 с.
4. Тютин Л.А., Ицкович И.Э., Розенгауз Е.В. Неинвазивная визуализация коронарных артерий с помощью многослойной спиральной компьютерной томографии (МСКТ) // Мед. визуализация. 2004. № 3. С. 65–73.
5. Achenbach S., Giesler T., Dieter R. et al. Detection of Coronary Artery Stenoses by Contrast-Enhanced, Retrospectively Electrocardiographically-Gated, Multislice Spiral Computed Tomography // Circulation 2001. Vol. 103. P. 2535–2538.
6. Bastarrika G., Lee Y. S., Huda W. et al. CT of Coronary Artery Disease // Radiology. November 1, 2009. Vol. 253 (2). P. 317–338.
7. Bluemke D.A., Achenbach S., Budoff M. et al. Noninvasive Coronary Artery Imaging: Magnetic Resonance Angiography and Multidetector Computed Tomography Angiography: A Scientific Statement From the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention of the Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and the Councils on Clinical Cardiology and Cardiovascular Disease in the Young // Circulation. July 29, 2008. Vol. 118 (5). P. 586–606.
8. Gouya H., Varenne O., Trinquart L. et al. Coronary Artery Stenosis in High-risk Patients: 64-Section CT and Coronary Angiography – Prospective Study and Analysis of Discordance // Radiology. August 1, 2009. Vol. 252 (2). P. 377–385.
9. Gottlieb I. and Lima J. A.C. Screening High-Risk Patients With Computed Tomography Angiography // Circulation, March 11, 2008. Vol. 117 (10). P. 1318–1332.
10. Muhlenbruch G., Mahnken A.H., Das M. et al. Evaluation of Aortocoronary Bypass Stents with Cardiac MDCT Compared with Conventional Catheter Angiography // Am. J. Roentgenol. February 1, 2007. Vol. 188 (2). P. 361–369.
11. Oncel D., Oncel G., Tastan A. Effectiveness of Dual-Source CT Coronary Angiography for the Evaluation of Coronary Artery Disease in Patients with Atrial Fibrillation: Initial Experience // Radiology, December 1, 2007. Vol. 245 (3). P. 703–711.
12. Prat-Gonzalez S., Sanz J., and Garcia M.J. Cardiac CT: Indications and Limitations // J. Nucl. Med. Technol. March 1, 2008. Vol. 36 (1). P. 18–24.
13. Raff G.L. and Goldstein J.A. Coronary Angiography by Computed Tomography: Coronary Imaging Evolves // J. Am. Coll. Cardiol. May 8, 2007. Vol. 49 (18). P. 1830–1833.
14. Roberts W.T., Bax J.J., Davies L.C. Cardiac CT and CT coronary angiography: technology and application // Heart, June 1, 2008. Vol. 94 (6). P. 781–792.
15. Rumberger J.A., Brundage B.H., Rader D.J. et al. Electron beam computed tomographic coronary calcium scanning: a review and guidelines for use in asymptomatic persons // Mayo Clin. Proc. 1999. Vol. 74. P. 243–252.
16. Stolzmann P., Scheffel H., Leschka S. et al. Influence of Calcifications on Diagnostic Accuracy of Coronary CT Angiography Using Prospective ECG Triggering // Am. J. Roentgenol. December 1, 2008. Vol. 191 (6). P. 1684–1689.